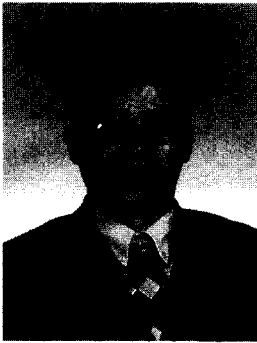


주정발효 환경분석을 통한 주질개선 방향모색

1. 서론



조 훈 호
(일산실업(주) 연구실장)

우리 나라의 주정산업에서 발효주정의 원료는 전량이 전분질로서 전분을 다량함유하고 있는 타피오카, 고구마 외에 쌀, 쌀보리, 밀 그리고 옥수수 등의 곡류를 사용하고 있다.

1960년대에 들어와 혁명정부의 주정원료 고구마 전면대체 정책에 따라 고구마에 크게 의존해왔고, 1960년대 말부터는 고구마와 당밀을 병용하여 왔으며, 70년대 초에는 일부공장의 조업중단과 주정수요 폭발로 타피오카를 수입, 대체원료로 채택하여 주정생산에 큰 도움을 주었다. 한편, 당밀은 80년대 초 공해문제가 대두되어 사용하지 않고 수입원료인 타피오카가 현저하게 증가하게 되었다. 그 후 국산원료는 고구마 외에도 정부재고미 소비를 위하여 쌀을 사용하고 국산원료 대체방안에 부응하여 보리를 주정원료로 사용하고 수입원료를 쌀보리로 대체하려는 쌀보리장려정책을 폈으나, 주정가격 인상요인으로 작용하여 쌀보리 생산이 줄어들게 되었다. 한편으로는 한정된 발효시설로서는 주정수요의 증가를 감당하지 못해 84년부터 정제주정시설을 증설하여 조주정을 수입하여 주정원료로 사용하기에 이르게되었다.

90년대 들어 회석식소주의 다양화와 소비자의 욕구변화로 대중주인 회석식소주의 고급화가 이루어지고, 외부적으로는 주류개방화의 물결과 동반한 주정자율 판매제도 변화가 예고

■ 目 次 ■

- I. 서론
- II. 본론
- III. 결론
- IV. 참고문헌

되고 있는 실정이다. 이에 따라 주정의 품질향상과 수율향상이 경쟁력개고의 필연적 대안으로 부각되게 되었다. 따라서, 당 공장에서는 주질향상과 수율향상을 발효환경개선에서 찾아보고자 원료별 일반성분 및 특수성분 중 알코올 발효시 미생물 증식과 대사의 필수 영양원인 단백질을 정량하고, 원료별 각종 구성 아미노산 조성의 분석을 시도하였다. 또한 미생물의 세포구성성분, 알코올발효 및 대사과정에서 필수적인 각종 미네랄성분들의 함량을 분석하였다.

이러한 분석결과를 통해 공정의 표준화가 가능하였을 뿐만 아니라 생산성향상과 품질향상을 기대할 수 있으므로 이 결과를 보고하고자 한다.

II. 본론

1. 전분질원료 사용현황

2000년 주조년도의 전분질원료량은 약 329,000ton이 사용되었으며, 그중 수입원료인

Tapioca가 약 82.4%를 차지하고 국산원료는 약 17.6%를 차지한다. 이는 99년 수입원료 비율인 66.3%에 비해 약 16%이상 증가된 것으로 나타났다.

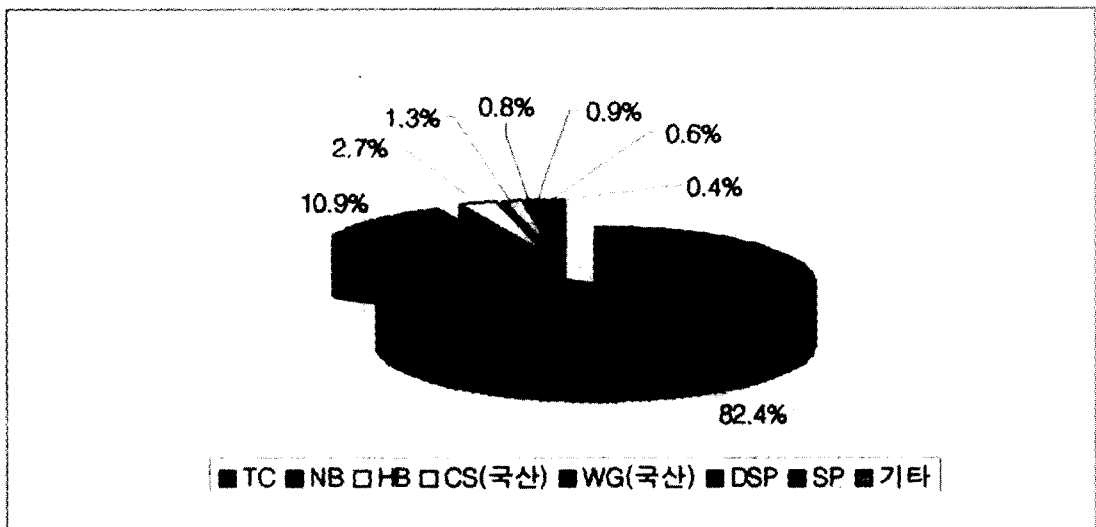
원료의 종류로서는 타피오카(Tapioca chip, TC), 찰보리(Naked barley, NB), 겉보리(Husked barley, HB), 옥수수(Corn sweet, CS) 절간 고구마(Dried sweet potato, DSP) 및 우리밀(Wheat grain, WG) 등을 사용하고 있다.

전국 주정공장의 전분질원료 비율은 [Fig. 1]과 같다.

2. 주정원료 기질의 일반성분

전분질원료의 분석결과 <표 1>과 같이 수분의 경우 옥수수가 가장 높고 찰보리가 가장 낮은 것으로 분석되었다. 이는 원료의 건조상태에 따라 조금씩 차이가 있었다. 단백질의 경우 찰보리가 가장 높으며 옥수수, 절간 순으로 나타났으며 Tapioca의 경우 베타남산이 2.70%이고 인도네시아산이 1.92%로서 산지에 따라 차이가 많은 것으로 나타났다. 또한 무기질의

[Fig. 1] 2000년 원료 사용현황



〈표 1〉

원료별 일반성분

(단위 : %)

구 분	TC(viet)	TC(indo)	NB	CS	DSP	비고
수 분	11.88	11.66	10.85	13.43	11.74	분석치
단백질	2.70	1.92	11.08	10.25	6.01	분석치
무기질	2.13	2.68	1.80	1.50	4.08	분석치
지 방	0.32	0.36	2.0	3.8	0.8	분석치
탄수화물	82.97	83.38	74.27	71.02	77.37	이론치
전분가	77.53	74.90	69.22	64.65	67.42	분석치
섬유질	5.44	8.48	5.05	6.37	9.95	이론치

* 탄수화물 : $100 - (\text{moisture} + \text{protein} + \text{mineral} + \text{lipid})$

** 섬유질 : (탄수화물 - 전분)

*** 무기질 : ash(회분)으로 유기물을 제외한 나머지 물질의 총칭(sand+mineral)

경우 Sand분을 포함한 값으로서 절간이 가장 높게 나타났으며 Tapioca, 쌀보리 그리고 옥수수 순으로 나타났다.

주정원료로서 가장 중요한 전분가는 베트남산 Tapioca, 인도네시아산 Tapioca, 쌀보리, 절간고구마 그리고 옥수수순으로 나타났다. 탄수화물은 당질과 섬유질을 합한 값으로 Tapioca, 절간, 쌀보리 그리고 옥수수 순으로 분석되었다. 섬유질은 Cellulose, Fiber, Pectin 등의 조성유로서 함량은 절간, Tapioca, 옥수수, 쌀보리 순이었다.

3. 원료별 무기(mineral)성분 분석

원료별 무기성분인 각종 미네랄의 정량분석은 기초과학지원연구소의 유도결합플라즈마방출분광기인 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer, model : ICP-IRIS)를 이용하여 분석한 결과 〈표 2〉와 같다.

Mineral 성분의 총량은 절간의 경우 792mg/100g, 쌀보리 781mg/100g, 옥수수

631mg/100g 그리고 Tapioca 380mg/100g 순으로 Tapioca는 국산원료에 비해 절반 정도 함유된 것으로 나타났다.

4. 아미노산의 정성, 정량분석

원료별 단백질 중의 아미노산분석은 자동아미노산분석기(Auto Amino Acid Analyzer, model : HITACHI 5500)을 이용하여 정성, 정량분석을 하였다.

아미노산분석시 전처리를 산 가수분해법으로 하여 Tryptophane과 Cysteine, Serine 및 Threonine이 산에 의해 분해되어 정량하지 못하였다. 아미노산 중에는 필수아미노산(essential amino acid)은 인체에서 합성되지 않으나 반드시 섭취해야 하는 아미노산으로서 이 아미노산은 미생물 증식에 있어서도 필수적으로 공급되어야 한다. 필수아미노산의 종류로는 Threonine, Valine, Leucine, Isoleucine, Lysine, Methionine, Phenylalanine, Tryptophane 등이다.

또한, 합황아미노산의 종류는 Methionine,

Cystine 그리고 Cysteine이 있으나 본 분석 방법으로는 Methionine만 분석되었다.

5. Free Amino Nitrogen의 정량

Free Amino Nitrogen(FAN)이란 yeast의 증식

및 발효에 필요한 영양원인 무기 Ammonium ion, Urea, α -amino Acid 및 저급 Peptide의 총칭으로서 Ninhydrin을 이용하여 발색시켜 570nm에서 흡광도를 측정하여 mash 중의 FAN 함량을 측정하는 방법으로 원료중의 FAN 함량은 표 4와 같이 나타났다. mash 중

<표 2>

원료별 미네랄의 분석결과

(단위 : mg/100g)

구 분	TC(viet)	TC(indo)	NB	CS	DSP
Ca(칼슘)	101.6	102.6	78.0	77.0	134.2
K(칼륨)	59.1	57.5	47.5	41.0	146.7
Na(나트륨)	15.6	12.8	20.1	6.5	139.7
S(황)	26.0	23.5	14.7	5.7	44.3
Fe(철)	23.5	17.6	10.4	7.0	50.1
Mg(마그네슘)	72.7	72.4	121.5	108.9	80.9
P(인)	81.4	75.2	480.5	376.6	194.0
Cu(구리)	0.9	0.4	0.8	0.4	0.9
Zn(아연)	5.5	10.0	7.9	7.8	1.9
Total	386.3	372.0	781.4	630.9	792.7

<표 3>

원료별 아미노산 분석결과

(단위 : mg/100g)

구 분	TC(viet)	TC(indo)	NB	CS	DSP
Aspartic acid	198	190	1,500	750	630
Glutamic acid	595	330	4,200	2,800	610
Glycine	103	110	760	510	540
Alanine	240	15	750	970	350
Valine	130	110	2,600	2,800	2,100
Methionine	27	26	500	140	45
Isoleucine	80	72	580	460	210
Leucine	143	130	1,200	2,200	320
Phenylalanine	108	100	600	520	1,300
Lysine	160	110	560	550	400
Arginine	310	84	720	650	180
Ammonia	155	130	2,100	1,300	820
Total	2,249	1,407	16,070	13,650	7,505

* 필수아미노산 : italic체로 표기 ** viet : 베트남산, indo : 인도네시아산

〈표 4〉 원료중의 FAN 함량비교 (단위 : mg/100g)

구 분	TC(viet)	TC(indo)	NB	CS	DSP	비고
FAN	83	67	22	21	23	
FAN/TN비	19.2	21.8	1.24	1.28	2.4	

〈표 5〉 Mash 중의 각종 성분비교 (단위 : mg/100g)

구 분	TN	Ca	S	Fe	Mg	P	비고
NB	4,450	200	37	26	304	1,200	
CS	4,100	193	14	18	272	942	
TTTT	930	255	62	51	181	196	Tapioca단독
TTNN	2,690	197	50	39	243	698	Ta : NB=1:1
TTTN	1,810	241	56	45	212	447	Ta : NB=3:1

FAN의 적정농도는 100mg/L이상 850mg/L이하로서 전분질원료의 경우 Tapioca가 가장 높은 것으로 나타났으며 국산원료인 절간, 쌀보리 및 옥수수는 FAN함량이 낮은 것으로 분석되었다.

6. 발효환경 조성에 의한 발효속도 비교

1) 발효조성제 선정

각종성분 분석을 기초로 하여 Tapioca의 경우 질소원이 표 5와 같이 쌀보리에 비해 5배나 낮은 약 930ppm 이므로 질소원보충이 요구되며, 그 외 미네랄성분인 인(P)과 마그네슘(Mg)이 다른 전분질원료보다 부족하였다.

이를 보완하기 위하여 성분특성을 감안하여 무기질소원은 유안과 인산암모늄을 사용하였으며, 유기질소원으로는 요소와 유효미생물균인 Effective Micro organism(EM), 동물사료용으로 사용되는 Yeast Culture(YC) 그리고 옥수수 침출액(옥수수전분제조 폐기물)인 corn

steep liquid(CSL)를 사용하였다. 또한 미네랄의 경우 인을 보충하기 위하여 인산(H₃PO₄)을 사용하였다.

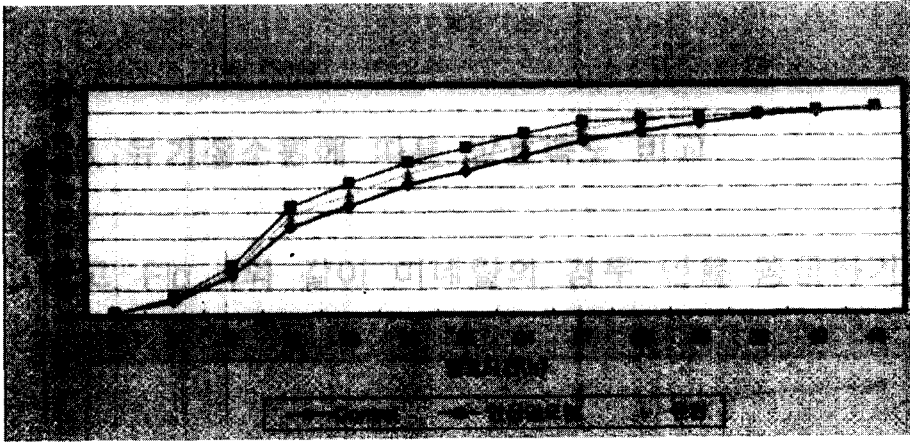
2) 질소원 및 미네랄 공급원의 특성

①요소(urea, (NH₂)₂CO)는 비료로서 단비, 복합비료원료 및 동물의 사료로서 미량 혼입하며, 수용액 중 고열(130°C)에서는 암모니아와 탄산가스로 분해될 가능성이 높아 당화효소 투입시 사용하는 것이 효과적이며, 현재 Tapioca 단독작업시 10kg/사입을 사용하는데 mash중에 질소원보충은 약46ppm이 증가되는 효과가 있었다.

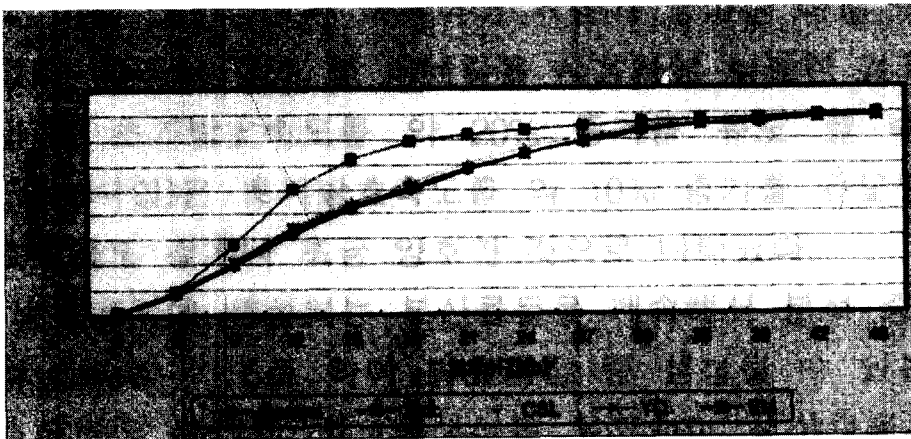
②유안(Ammonium sulfate, (NH₄)₂SO₄)는 양조용약품, 발효조성제로서 생이스트 등에 사용되고 현장에서 요소와 같이 사용되며, mash 중에는 약 27ppm이 증가된다.

③인산암모늄(Ammonium phosphate, (NH₄)₂HPO₄)은 질소함량이 27%, 인 23.5%로서 질소원과 인을 동시에 보충하는 효과가 있어

[Fig. 2] 무기질소원에 따른 발효속도 비교



[Fig. 3] 유기질소원에 따른 발효속도 비교



식품첨가물로서 많이 사용되고 있다.

④CSL는 옥수수 침지농축액으로서 성분은 수분이 약 50% 단백질이 22.5% 환원당이 6.0% 유산이 약 13%로서 실험배지 또는 사료용, 각종 항생물질 및 효소의 증량제, 미생물 공업용의 영양원 보충 등으로 사용되고 있다.

⑤YC는 맥주효모의 추출물로서 단백질과 미네랄 및 비타민군이 주성분으로 미생물배지 및 고급사료용으로 사용된다.

⑥EM은 유효미생물군체로서 생리활성물질과 효소류로 구성되어 있어 음식물분해촉진제

와 사료용 등으로 이용된다.

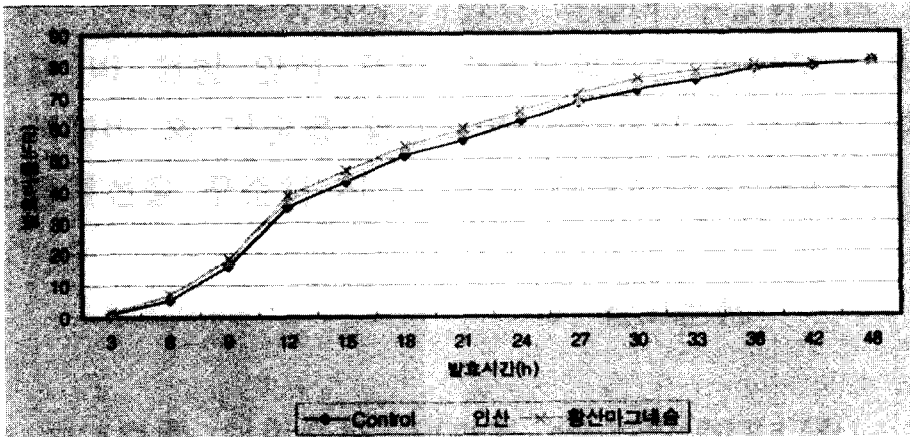
3) 질소 및 미네랄 공급원에 따른 발효속도 비교

무기질소원인 유안과 인산암모늄을 사용하여 실험한 결과 [Fig. 2]와 같이 초기발효속도가 증가하는 것으로 나타났다.

인산암모늄은 초기 약 24시간까지는 약 10%가 빨리 진행되었으며 질소원과 미네랄인인을 동시에 공급하는 효과가 있었다. 이때 사용된 양은 50kg/사입으로 질소원이 117ppm

[Fig 4]

미네랄에 따른 초기발효속도 비교



보충되었고, 미네랄인 인은 약 102ppm이 보충되는 효과가 있었다. 또한 유안은 초기발효속도가 Control보다 조금 높은 것으로 나타났다. 또한, 유기질소원인 요소, YC, EM 그리고 CSL를 사용한 결과 [Fig. 3]과 같이 나타났다. 유기질소원 중에서는 요소를 사용한 경우 초기발효속도가 빨랐으며, 약 18시간 경과시 발효비율이 약 20%나 증가되었다. 그 외의 영양원이 풍부한 유기질소원들은 증식에 이용되는 시간이 소요되어서 인지 초기발효속도에는 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 이는 요소중의 질소원이 아주 쉽게 효모의 증식에 이용될 수 있었기 때문인 것으로 사료되며, 이때 사용된 투입량은 50kg/사입으로 Mash중에 약 230ppm의 질소원이 보충되었다.

그리고, [Fig. 4]와 같이 미네랄의 경우 인을 공급하기 위해 인산을 사용하였고, 마그네슘을 보완하기 위해 황산마그네슘을 이용하였으나 미네랄 공급으로서 초기 발효속도 증가를 기대하기는 어려운 것으로 나타났다.

III. 결론

발효최적화를 통한 수율 및 품질향상 기대

주정의 원료기질별 성분분석을 통해 국산원료의 적절한 혼합사입 비율(15-25%)을 설정할 수 있었다. 또한, 원료비중의 70-80%를 차지하는 Tapioca는 타원료에 비해 영양원이 결핍한 것으로 나타났다. 영양이 결핍될 경우 발효초기에는 균체증식이 수반되므로 부산물 생성이 증가되어 결국 이들 불순성분이 축적되어 제품에 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되었다. 따라서 질소 및 미네랄을 사용하여 실험한 결과와 같이 요소(50kg/사입)는 초기발효속도를 약 20% 증가를 유도할 수 있었고, 인산암모늄(50kg/사입)은 초기발효속도를 약 10% 증가를 유도할 수 있었고, 최종 발효수율도 같거나 조금 양호한 것으로 나타났다.

발효초기에 생성되는 부산물들을 계속해서 분석 중에 있으며, 이러한 분석 data를 기초로 하여 발효과정 중 생성될 수 있는 by-product들을 최소화하고 최대의 알코올생성을 유도하여 생산수율을 증가시키는 발효환경개선을 통해 이취성분인 황화합물이나 유기산 등의 생성을 억제하여 궁극적으로는 주정의 품질에 영향을 미치는 off-flavours 성분들의 생성을 최소화하여 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

향후 전개될 주정시장 개방과 더불어 주질 경쟁이 가속화될 것으로 예상되는 바 한발 앞선 우위 경쟁력 확보는 필연적인 현실이다. 따라서 최신 분석장비 외 기술을 활용하여 공정 개선과 아울러 발효미생물의 생리학적 환경 개선을 꾸준히 시도하여 주질 개선으로 개방화에 대비하고자 합니다.

〈참고 문헌〉

1. 酒造概要. 대한주류공업협회. p9-p16(1993년7월)
2. 정동효. 증식과 영양. 도해미생물학 핸드북. 지성의샘 p290-p294(1993)
3. Tomoyuki Fukushige. Changes of Flavor Using the Yeast Mutants Regulated Higher Alcohols Biosynthesis. 일본양조협회 지. 93, pp37-41(1998)
4. 難波康之祐. 清酒成分一覽(窒素成分). 일본양조협회지. 62, pp385-393 (1967)
5. 전홍기. 미생물의 증식에 영향을 미치는 인자. 미생물학(기초의 응용). 세문사 pp88-104(1987)
6. In H.Y., Lee T.S., Lee D.S. and Noh B.S.. Volatile components and Fusel Oils of Sojues and Mashs Brewed by Korean Traditional Method. Korean J. Food Sci. Tech., 27, pp235-240(1995)
7. Ryu B.H., Kim W.S., Nam K.D. and Kim H.S.. Impurities formed from ethanol fermentation process among different materials and it's effective separation in large scale. Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng., 14, pp371-376 (1986)
8. K. Jacques, T.P. Lyons and D.R. Kelsall. The Alcohol Textbook(3th edition). Alltech Inc. pp49-87(1999)

There are three ingredients in the good life : lerarning, earning and yerning

훌륭한 삶에는 세가지 요소가 있다. 즉 배우는 일,돈버는일,무엇인가 하고 싶은 일

- Christopher Morley -